
Salt and Pepper 잡음 환경에서 공간 필터를 이용한 영상 복원 알고리즘에 관한 연구

권세익* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

A Study on Image Reduction Algorithm using Spatial Filter in Salt and Pepper Noise Environments

Se-Ik Kwon* · Nam-Ho Kim*

*Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

디지털 영상처리는 넓고 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 잡음 제거는 모든 영상 처리 과정에서 전처리 과정으로 활용되고 있다. 영상 데이터는 전송과정에서 여러 가지 원인으로 열화가 발생된다. 열화는 영상 신호에 잡음이 첨가되는 것이며 열화를 발생시키는 대표적인 잡음에는 salt and pepper 잡음이 대표적이다. 따라서 본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해, 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 히스토그램 가중치 필터와 메디안 필터로 처리하는 영상 복원 알고리즘을 제안하였다. 그리고 개선 효과의 객관적 판단 기준으로 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 비교하였다.

ABSTRACT

Digital image processing is widely used in a variety of areas, and noise elimination is used as the preprocessing in all the image processing processes. Degradation is occurred in the image data due to multiple reasons. Degradation is to add the noise in the image signal, and salt and pepper noise is the representative one to cause degradation. Therefore, image restoration algorithm was proposed to process with histogram weight filter and median filter by the noise density of local mask to restore the damaged image in the salt and pepper noise environment, in this article. In addition, it was compared with the existing methods using peak signal to noise ratio(PSNR) as the objective determination factor of improvement effect.

키워드

Salt and pepper 잡음, 잡음 제거, 열화 영상, 공간 필터

1. 서 론

최근, IT기술의 발전에 따라 디스플레이 등 영상 장치들에 대한 요구가 갈수록 높아지고 있다. 영상 데이터는 처리, 전송, 저장하는 과정에서 여러 외부 원인에 의해 잡음이 첨가되어 영상의 열화가 발생한다[1-2].

영상에 첨가되는 잡음은 발생하는 원인과 형태에 따라 다양한 종류가 있으며, salt and pepper

잡음, AWGN(additive white Gaussian noise)이 대표적이다.

그 중 salt and pepper 잡음을 제거하기 위한 방법에는 CWMF(center weighted median filter), SWMF(switching median filter), AWMF(adaptive weighted median filter) 등이 있으며, 기존의 방법들은 salt and pepper 잡음 환경에서 필터의 한계로 잡음제거 특성이 미흡하다[3-5].

따라서, 본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위하여, 중심화

소가 비잡음인 경우 원 화소 그대로 출력하고, 잡음인 경우 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 세분화된 히스토그램 가중치 필터 및 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 제안한 알고리즘의 우수성을 입증하기 위해, PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 영상에 첨가된 salt and pepper 잡음을 제거하기 위해 중심화소가 비잡음인 경우, 원 화소 그대로 출력하고 잡음인 경우, 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 훼손된 영상의 히스토그램 가중치 필터 및 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

2.1. 잡음 판단

Salt and pepper 잡음에 의하여 훼손된 영상에서 k, l 의 위치의 화소 $x_{k,l}$ 는 식 (1)과 같다.

$$x_{k,l} = \begin{cases} n, & \text{with probability } P \\ I, & \text{with probability } 1-P \end{cases} \quad (1)$$

여기서, $x_{k,l}$ 은 영상에서 (k, l) 위치의 화소이다. n 은 salt and pepper 잡음에 훼손된 잡음 화소를 나타내고, I 는 원 영상의 화소를 나타낸다.

Salt and pepper 잡음을 제거하기 위하여 중심 화소의 잡음 판단은 식 (2)와 같다.

$$F_{k,l} = \begin{cases} 0, & \text{if } x_{k,l} = 0 \text{ or } 255 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)에서 0과 1은 각각 잡음 신호와 비잡음 신호를 나타낸다.

2.2. 잡음 제거

잡음 판단을 통해 중심화소가 비잡음 신호로 판단된 경우, 식 (3)과 같이 원 화소로 대체한다.

$$O_{k,l} = I \quad (3)$$

잡음판단을 통해 중심화소가 잡음 신호로 판단된 경우, 3×3 국부 마스크를 식 (4)와 같이 설정한다.

$$M_{k+i,l+j} = \{x_{k+i,l+j} | -1 \leq i, j \leq 1\} \quad (4)$$

여기서 i, j 는 마스크의 내부 좌표를 나타낸다. 국부 마스크의 잡음 밀도를 식 (5)와 같이 구한다.

$$\rho_{k+i,l+j} = (2N+1)^2 - \sum_{k,l \in M} F_{k+i,l+j} \quad (5)$$

국부 마스크의 잡음 밀도에 임계값 t 를 적용하여 처리하며 다음과 같다.

$\rho_{i,j} \leq t$ 인 경우, 훼손된 영상을 4개의 영역으로 세분화하고 각 영역에 대한 히스토그램 가중치 필터를 이용하여 처리한다.

훼손된 영상 $x_{i,j}$ 를 식 (6)과 같이 세분화 한다.

$$\begin{aligned} G_{i,j}^1 &= x_{1:M/2,1:N/2} \\ G_{i,j}^2 &= x_{1:M/2,N/2+1:N} \\ G_{i,j}^3 &= x_{M/2+1:M,1:N/2} \\ G_{i,j}^4 &= x_{M/2+1:M,N/2+1:N} \end{aligned} \quad (6)$$

밝기 레벨의 범위가 $[0, L-1]$ 인 디지털 영상의 정규화된 히스토그램은 식 (7)과 같다.

$$p_d(r_k) = n_k^d / n_{total}^d, \quad d = 1:4 \quad (7)$$

여기서, $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$, r_k 는 k 번째 밝기 값이며, n_k^d 는 d 영역의 영상에서 밝기 r_k 를 갖는 화소들의 수이고, n_{total}^d 는 d 영역의 전체 화소수를 나타낸다.

히스토그램 확률 함수를 이용한 가중치 마스크는 식 (8)과 같다.

$$H_{k+i,l+j} = \frac{\rho_{k+i,l+j} p_d(M_{k+i,l+j})}{\sum_{p,q=-n}^n \rho_{k+i,l+j} p_d(M_{k+i,l+j})} \quad (8)$$

히스토그램 가중치 마스크를 이용하여 제안한 알고리즘의 최종 출력을 구한다.

$\rho_{i,j} > t$ 인 경우, 국부 마스크의 비잡음 화소들의 메디안 값을 최종 출력으로 구한다.

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 제안한 필터의 잡음제거 성능을 평가하기 위해, 512×512 크기의 8비트 그레이 영상인 Goldhill 영상에 salt and pepper 잡음을 첨가하여 시뮬레이션하였다. 제안한 알고리즘의 타당성을 입증하기 위하여 PSNR 값을 이용하여 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

그림 1은 제안한 알고리즘의 우수한 잡음 제거 특성을 입증하기 위해, Goldhill 영상에 salt and pepper 잡음($P=60\%$)을 첨가하여, 기존의 방법들과 제안한 방법을 시뮬레이션한 결과이다.

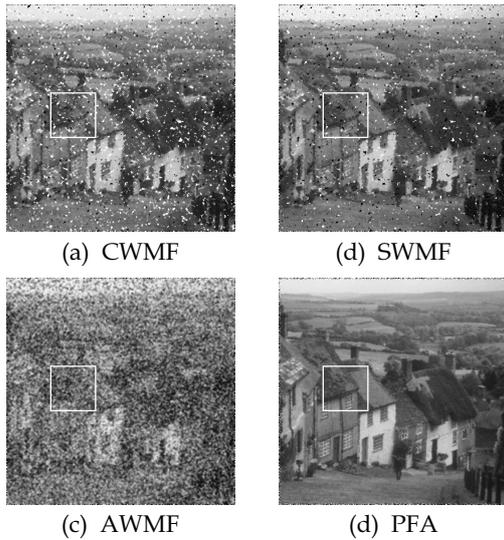


Fig. 1. Test image and filtering image($P=60\%$)

그림 1에서 (a), (b), (c)는 각각 기존의 CWMF (3×3), SWMF(3×3), AWMF(3×3)의 처리 결과이며, (f)는 제안한 필터 알고리즘(PFA: proposed filter algorithm)으로 처리한 결과이다.

시뮬레이션 결과, CWMF, AWMF 및 SWMF는 고밀도 salt and pepper 잡음 제거 특성이 미흡하였다. 그러나 제안한 알고리즘은 고밀도 salt and pepper 잡음 환경에서 우수한 잡음 제거 특성을 나타내었다.

그림 2는 제안한 알고리즘의 잡음제거 특성을 확인하기 위해 Goldhill 영상에 (250, 150) 화소를 중심으로 상하좌우 각각 50화소 영역을 확대하여 나타내었다.

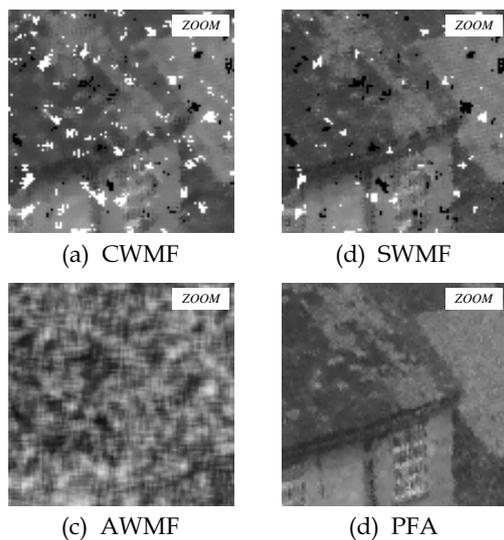


Fig. 2. Enlarged test image

그림 3은 salt and pepper 잡음의 변화에 따른

각각의 필터들에 의해 복원된 Goldhill 영상에 대한 PSNR 특성을 나타낸 것이다.

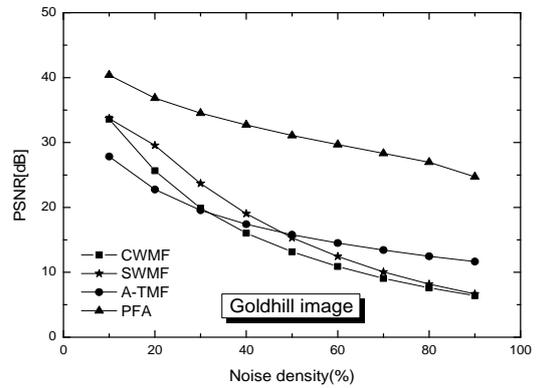


Fig. 3. PSNR with variation of salt and pepper noise.

IV. 결론

본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해, 국부 마스크의 잡음 밀도에 따라 에지 보존 필터 및 메디안 필터로 처리하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, salt and pepper 잡음 밀도가 낮은 영역에서 우수한 잡음 제거 성능을 나타내었으며, 높은 영역에서 미흡한 결과를 나타내었다. 그리고 제안한 알고리즘은 전 영역에서 우수한 PSNR 특성을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 salt and pepper 잡음 환경에서 운용되고 있는 영상처리시스템에 유용하게 적용되리라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2017.

참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. woods, *Digital Image Processing*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2008.
- [2] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, *Color Image Processing and Applications*, 1st

- ed. Berlin, Germany: Springer, 2000.
- [3] S. J. Ko and Y. H. Lee, "Center weighted median filters and their applications to image enhancement," in *Proceeding of IEEE Trans. Circuits Syst.* vol. 38, pp.984-993, Sept. 1991.
- [4] Jiahui Wang and Jingxing Hong, "A New Selt-Adaptive Weighted Filter for Removing Noise in Infrared images," in *Proceeding of IEEE Information Engineering and Computer Science*, Wuha, Caina, pp.1-4, Dec. 2009.
- [5] Z. Wang and D. Zhang, "Progressive switching median filter for the Removal of impulse noise form highly corrupted images", in *Proceeding of IEEE Trans Circuits and systems-II*, vol. 46, no. 1, Jan. 1999.